



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Veröffentlichung**  
⑩ **DE 195 81 459 T 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F01 L 1/04**  
F 01 L 1/18  
F 01 L 1/34  
F 01 L 13/06  
F 16 H 53/02

- der internationalen Anmeldung mit der
- ⑧7 Veröffentlichungsnummer: WO 95/18917  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 int.Pat.ÜG)
- ②1 Deutsches Aktenzeichen: 195 81 459.2
- ⑧6 PCT-Aktenzeichen: PCT/AU95/00002
- ⑧6 PCT-Anmeldetag: 15. 1. 95
- ⑧7 PCT-Veröffentlichungstag: 13. 7. 95
- ④3 Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 27. 2. 97

- ⑦1 Anmelder:  
Madden, Stephen, Keith, Devon Hill, Tasmania, AU
- ⑦4 Vertreter:  
Türk, Gille, Hrabal, Leifert, 40593 Düsseldorf

- ⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

**Best Available Copy**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤4 Steuerbare Nockenwelle mit veränderlichem Ventilhub

DE 195 81 459 T 1

DE 195 81 459 T 1

5

### Steuerbare Nockenwelle mit veränderlichem Ventilhub

Die Erfindung betrifft eine steuerbare Nockenwelle mit konzentrischen Wellen, die zur mechanischen Veränderung der Ventileinstellung von Wärmekraftmaschinen, Verbrennungsmotoren, Luftverdichtern oder Druckluftmotoren verwendet wird. Im Gegensatz zu den gewöhnlichen, nicht steuerbaren Nockenwellen ist die erfindungsgemäße Nockenwelle in der Lage, die Triebwerksumdrehungszahl, die Gaspedal-/Drosselklappenstellung, die Umgebungstemperatur, die Betriebstemperatur, eine Motoraufladung oder eine selbständige Ansaugung oder ähnliche Parameter zu berücksichtigen, um zu gewährleisten, daß bei jeder Umdrehungszahl eine maximale Ansaugturbulenz auftritt und bei Vollgasstellung bei jeder Umdrehungszahl ein maximal mögliches Volumen an Benzin-/Luftgemisch eingelassen wird. Da die Erfindung dafür Sorge trägt, daß bei geringen Umdrehungszahlen keine Überdeckung der Ventile auftritt und daß bei zunehmender Umdrehungszahl die Ventilüberdeckung zunimmt, wird die Mischung von Einlaß- und Auslaßgasen und der Ausstoß von unverbranntem Brennstoff durch den Auspuff bei geringen Geschwindigkeiten vermieden. Weiterhin wird eine maximale Ventilrast bei hohen Geschwindigkeiten erreicht.

Diese Eigenschaften werden noch verbessert, falls zusätzlich ein veränderlicher Ventilhub vorgesehen ist, zur Erreichung einer verbesserten Motorleistung, einer flachen Drehmomentkurve vom Ruhezustand bis hin zur maximalen Motordrehzahl mit einem, bereits bei geringer Drehzahl zur Verfügung stehendem, im Bereich des maximalen Drehmomentes liegendem Drehmoment, eines verbesserten Wirkungsgrades und besserer Treibstoffausbeute, einer verringerten Luftverschmutzung und einer kleineren Baugröße des Motors bei einer geringeren Anzahl der zu wechselnden Gängen des Getriebes.

Im Falle, daß die vorliegende Erfindung in Verbindung mit einem Motorfahrzeug genutzt wird, das zusätzlich zum Verbrennungsmotor mit einem Luftkompressor und einem Luftmotor ausgestattet ist, wobei der Luftkompressor zur Speicherung von Luft

mittels der Bremsenergie verwendet wird und sowohl der Verbrennungsmotor, als auch der Luftkompressor mit einer variablen Ventilsteuerung gemäß der Erfindung ausgestattet sind, ergeben sich wesentliche Vorteile, einschließlich des Entfalls der Notwendigkeit eines Anlassers, der Benötigung einer nur kleinen Batterie, der Verfügbarkeit von Druckluft für die Aufladung des Motors oder zum Betrieb des Kompressors, einer Gewichtsreduzierung des Fahrzeugs und eines effizienteren Betriebes mit den damit verbundenen Vorzügen.

In ihrer breitesten Form ist die Erfindung eine Nockenwelle für einen Verbrennungsmotor, Druckluftkompressor oder einen Druckluftmotor, mit zwei zueinander konzentrisch angeordneten Wellen, wobei die zweite Welle so innerhalb der hohlen ersten Welle angeordnet ist, daß die beiden Wellen sich jeweils unabhängig voneinander zu drehen vermögen, und an jeder Welle Nocken derart befestigt sind, daß Nocken verschiedener Wellen nebeneinander angeordnet sind und ein einziges Ventil des Motors infolge der Drehbewegung der Welle bei einer einzigen Umdrehung zum Öffnen oder Schließen zu betätigen vermögen, und mit einer Vorrichtung, mittels der die relative Drehstellung der Nocken auf der äußeren Primärwelle und der inneren Sekundärwelle zur Variierung des jeweiligen Zeitpunktes des Schließens und Öffnens des Ventiles relativ zueinander veränderbar sind.

20

Damit die Erfindung einfacher verständlich ist, zeigt die

- Figur 1 Eine konzentrische steuerbare Nockenwelle mit Schlitten, durch die hindurch Hauptnocken befestigt sind;
- 25 Figur 2 eine Schnittansicht, die Nocken einer Nockenscheibe und deren Befestigung an den Wellen zeigt;
- Figur 3 Kettenspannrollen zur Variierung der Steuerkettenlänge;
- Figur 4 eine Steuerungseinstellscheibe zur Variierung der Steuerkettenlänge;
- Figur 5 eine Nockenwelle mit einer in Segmente unterteilten äußeren Welle, die durch eine separate Antriebswelle angetrieben ist;
- 30 Figur 6 eine in Segmente unterteilte Nockenwelle mit äußeren Nocken, die jeweils miteinander verbunden sind;
- Figur 7 einen invers ausgebildeten Nocken mit einer Vorrichtung zur Betätigung der Ventile;

- Figur 8 ein die Anstellfeder eines Nockenabgreifers spannendes Bauteil;  
Figur 9 Sonnen-, Planeten- und Hohlräder für die direkte Änderung der Steuerung;  
Figur 10 einen hydraulischen Antrieb für die Justierung des Hohlrades;  
Figur 11 im Eingriff befindliche Planetengetriebe zum Einstellen Steuerung;  
5 Figur 12 Mittel zur Einstellung der Steuerung durch Schalten der Planetengetriebe;  
Figur 13 einen Mechanismus zur Begrenzung des Ventilhubes mit einem Ventilhubbegrenzungsarm, der durch eine Nockenwelle zur Ventilhubbegrenzung betätigt wird, und einen mit mehreren Rollen versehenen Nockenabgreifer;  
Figur 14 einen Begrenzungsarm für den Ventilhub, der durch ein mit einem Gewinde  
10 versehenes Stellglied betätigt ist;  
Figur 15 ein Kompressions-/Dekompressionsventil für einen Luftverdichter oder einen Druckluftmotor;  
Figur 16 ein Gerät zur Kontrolle des Kompressorausstosses  
Figur 17 einen stufenweise arbeitenden Hydraulikkolbenheber, der zur genauen  
15 Einstellung des Hubes des Hydraulikkolbens unabhängig von Hydraulikdruck und Auslaßvolumen verwendet wird;  
Figur 18 eine Nockenwelle mit veränderlicher Höhe, wobei der Nockenabgreifer direkt auf den Ventilschaft wirkt und ferner einen schwenkbaren Nockenabgreifer und einen festen Arm für ein sanftes Schließen des Ventils aufweist;  
20 Figur 19 eine höhenverstellbare Kipphebel-Drehwelle, die konzentrische Exentersylinder zeigt, die zur Veränderung der Höhe verwendet werden;  
Figur 20 eine höhenverstellbare Kipphebel-Drehwelle, die vertikale Führungsstangen zur Verhinderung einer horizontalen Bewegung zeigt;  
25 Figur 21 eine höhenverstellbare Kipphebel-Drehwelle, die ein mit einem Gewinde versehenes Höheneinstellelement zeigt.

Bezugnehmend auf die Figuren 1 und 2 weist bei einer Ausführungsform der Erfindung eine steuerbare, eine Mehrzahl von Ventilen mechanisch betätigende Steuernockenwelle eine innere Sekundärwelle 1 aus Metall oder einem geeigneten Werkstoff auf, und ist an beiden Enden in Lagern oder ähnlichen Bauteilen gehalten, so daß sie sich frei drehen kann. Die Sekundärwelle durchdringt den mittigen Bereich einer Primärwelle 2, die von einem Zylinder gebildet ist und ebenfalls an beiden Enden gehalten

ist, jedoch unabhängig von der Sekundärwelle drehbar ist. Primärnockenscheiben 3 sind an der Primärwelle an geeigneten Positionen über Paßstifte befestigt. In unmittelbarer Nähe zu den Primärnocken erstreckt sich ein Schlitz 4 um einen Teil der Primärwelle herum. Der Sekundärnocken 5 ist auf die Primärwelle aufgeschoben und der Durchmesser seiner Bohrung ist so groß, daß er sich frei um die Primärwelle herum drehen kann. Die Sekundärnockenscheibe ist über einen Paßstift 6 mit der Sekundärwelle verbunden, der durch den engen Bereich der Nockenscheibe sowie durch den Schlitz in der Primärwelle hindurchgeführt ist und fest verbindend in die Sekundärwelle eingesteckt ist. Durch diese Ausgestaltung kann sich die Sekundärwelle relativ zur Primärwelle und zur Hauptnockenscheibe vor- und zurückdrehen, bis zu einem durch den Schlitz bestimmten Drehwinkel.

Am Ende jeder der Wellen ist ein Zahnrad oder eine Riemenscheibe 7, 8 angeordnet. Wie in den Figuren 3 und 4 dargestellt, sind sie über ein Kurbelwellenritzel bzw. eine Kurbelwellenriemenscheibe und eine Steuerkette bzw. einen Steuerriemen mit einer Antriebswelle verbunden. Über Vorrichtungen zur Veränderung der Ketten- bzw. Riemenlänge auf einer Seite des Zahnrades bzw. der Riemenscheibe im Vergleich zur anderen Seite ist die Drehstellung der Primärwelle relativ zur Sekundärwelle veränderlich, wodurch die Position der Primärnockenscheiben relativ zu der der Sekundärnockenscheiben veränderbar ist. So wird bei konstanter Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle eine Verlängerung der Kette auf der Antriebsseite die Welle verlangsamen. Dies kann erreicht werden durch Zwischenzahnräder 11, die drehbar auf einem seinerseits drehbaren Träger 12 gelagert sind, um so die Kette oder den Riemen auf- oder abzuwickeln, oder durch eine von einer Steuerung verstellbare Riemenscheibe 13, die durch Bewegung in eine horizontale Richtung im Verhältnis zur vertikalen Kette bzw. zum vertikalen Riemen dessen Länge verändern kann. Die Kettenspannung wird durch einen Spanner 14 angepaßt.

So kann die Ventilsteuerung zur Anpassung an die jeweiligen Parameter durch Einstellung der relativen Verlängerung oder Verkürzung der Kette oder des Riemens für jede Welle reguliert werden.

Wenn beide Nockenscheiben das gleiche Ventil betätigen, wird eine minimale Ventilöffnungszeit erreicht, wenn beide Nockenscheiben deckungsgleich sind und eine

maximale Ventilöffnungszeit erreicht, wenn die Nockenscheiben um das größtmögliche Maß gegeneinander verdreht sind.

5 In einer zweiten Ausführungsform, wie sie in Figur 5 gezeigt ist, besteht die äußere Primärwelle 2 aus einer Reihe von Segmenten, die an jedem ihrer Enden eine Nocken-  
scheibe aufweisen. Diese Segmente sind zwischen den Nockenscheiben, die von der inneren Sekundärwelle gedreht werden, angeordnet. Jedes der Segmente ist durch ein  
10 Getriebe oder ein anderes Mittel 15 mit einer separaten, parallel zu ihm mitlaufenden Antriebswelle 16 verbunden. Die Antriebswelle ist mit der Kurbelwelle über eine Steuerkette oder einen Steuerriemen verbunden, dessen Länge für jedes einzelne  
Stück der Primärwelle in der oben beschriebenen Weise veränderbar ist.

15 Bezugnehmend auf Figur 6 weist bei einer dritten Ausführungsform die äußere Primärwelle Segmente auf, die an jedem ihrer Enden mit Nockenscheiben versehen sind und zwischen den Nockenscheiben der Sekundärwelle angeordnet sind, jedoch bei denen die Primärnockenscheiben an den Enden jeder der Segmente in einer Weise fest  
aneinander angekoppelt sind, daß die Kupplung die Relativbewegung der dazwischen-  
liegenden Sekundärnockenscheibe nicht beeinträchtigt, so zum Beispiel durch ein  
Verbindungsstück 17, daß in eine Ausnehmung entweder in der Vorder- oder Hinter-  
20 kante der Hauptnockenscheibe eingesetzt ist.

Bei dieser Ausführungsform wird keine separate Antriebswelle benötigt, da die Segmente von dem Zahnrad am Endsegment angetrieben werden können, wie dies bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform der Fall ist.

25 Um eine größere Variabilität der Steuerung zu schaffen, kann - bezugnehmend auf Fig. 7 - die oben beschriebene Nockenwelle mit invertierten Nockenscheiben 18 versehen werden, die in umgekehrter Weise zu den konventionellen Nockenscheiben arbeiten, so daß sie das Ventil öffnen, wenn der radiale Abstand der Kantenoberseite von der Mitte der Welle abnimmt, und das Ventil schließen, wenn dieser radiale Abstand  
30 zunimmt. Diese Nockenscheiben können, wie oben beschrieben, auf konzentrische Wellen aufgesteckt sein, benötigen jedoch zur Verbindung der Nockenscheibe mit den Ventilen 21 ein Zusammenwirken eines Dreh- oder Kipphebels 19 mit einem Drehpunkt 20.

Ventilfedern 22 schließen die Ventile und halten sie geschlossen. Der Nockenabgreifer 23 bleibt infolge eines Druckes, der von einer, im Verhältnis zur Ventilfeder steiferen Nockenabgreiferfeder 24 ausgeübt wird, in Kontakt mit der Nockenscheibe. Die Ventilfedern müssen nur einen Bruchteil der Kraft der Ventiltrückstellfedern konventioneller Ventile aufbringen, da sie nur die Trägheit der Ventile und nicht auch die der Kipphebel zu überwinden haben.

Wegen des hohen Anfangsdruckes beim Öffnen der Auslaßventile ist die Ausführung mit invertierten Nockenscheiben, die einen über Federkraft angestellten Nockenabgreifer verwendet, nur für den Gebrauch mit Einlaßventilen geeignet.

Wenn kein direkter mechanischer Kontakt zwischen den Nockenscheiben und den Ventilen besteht, kann der Ventilhub und damit der Öffnungsgrad des Ventiles durch die Verwendung einer Vorrichtung zur Begrenzung der Bewegung des Kipphebels verändert werden.

Diese Begrenzung der Bewegung der Kipphebel und die damit verbundene Begrenzung des Öffnungsgrades kann durch eine Vielzahl von Mitteln erreicht werden, zum Beispiel durch Ventilhubbegrenzungs-Nockenscheiben 25, die die Bewegung durch eine Drehung auf einfache Weise begrenzen. Diese können an der Hauptnockenwelle oder an einer separaten Nockenwelle angeordnet sein. Die Nockenscheiben 25 zur Begrenzung des Ventilhubes können zusammen oder voneinander unabhängig arbeiten. Sie sind derart angeordnet und zeitlich justiert, daß sie dann in Kontakt mit den Kipphebeln stehen, wenn die Ventilöffnung den zu begrenzenden Grad erreicht hat. Die Bewegung der Ventilhubbegrenzungs-Nockenscheibe ist derart ausgebildet, daß in einer Extremstellung eine Öffnung des Ventils verhindert wird und in der anderen Extremstellung das wirksame Nockenprofil in seiner Gesamtheit abgefahren wird.

Bei einer anderen Ausführungsform, die in den Figuren 13 und 14 dargestellt ist, wird anstelle der Ventilhubbegrenzungs-Nockenscheibe, die unmittelbar auf den Kipphebel wirkt, ein Hubbegrenzungsarm 58 verwendet. Die Höhe dieses Hubbegrenzungsarmes kann entweder durch eine Hubbegrenzungs-Nockenscheibe 60 oder durch eine Gewindestange 70 eingestellt werden. Der Hubbegrenzungsarm wird in Verbindung mit einem drehbaren Nockenabgreifer 57, der eine Mehrzahl von Rollen aufweisen kann, verwendet. Der drehbare Nockenabgreifer bezweckt die Ermöglichung einer sanften

Abnahme und Zunahme der Geschwindigkeit des Kipphebels im Bereich der Begrenzung der Bewegung durch den Hubbegrenzungsarm.

Um einen großen Ventilhub bei hohen Motordrehzahlen zu ermöglichen, ist eine beträchtlich höhere Steifigkeit der Nockenabgreiferfeder erforderlich, als sie bei geringen Motordrehzahlen mit kleinem Ventilhub erforderlich ist. Um die Reibungsverluste und den Verschleiß zu verringern und die Betriebslebensdauer zu verlängern, kann die Federsteifigkeit dynamisch veränderlich sein, bis hin zu dem für die besonderen Einsatzbedingungen benötigten Minimum.

Die Erfindung schließt drei mögliche Vorrichtungen zur Veränderung der Steifigkeit der Nockenabgreiferfeder ein. Bei der ersten, in Figur 8 dargestellten Vorrichtung ist die Feder 24 mit einer an einem der Enden befestigten Muffe 25a versehen, durch die ein Gewindestück 26 hindurchgeführt ist, so daß sich, wenn der Kopf 27 des Stückes an einer festen Widerlagerfläche anliegt und, zum Beispiel durch eine von einem elektrischen Servomotor getriebene Spindelschraube entweder einzeln oder in Kombination mit denen anderer Federn, gedreht wird, die Muffe herauf oder herunterbewegt und die Federspannung erhöht oder senkt. Der Kipphebel arbeitet von der Feder angetrieben von dem feststehenden Widerlagerpunkt aus.

Eine zweite Vorrichtung zur Einstellung der Federspannung verwendet eine pneumatische Feder, wobei unter Druck stehende Luft die Spannung zur Verfügung stellt und zur Veränderung der effektiven Federspannung der Luftdruck erhöht oder gesenkt werden kann, und die Feder mit einem Luftspeicher verbunden ist, der eine nahezu konstante Federkraft entlang des gesamten Federweges gewährleistet, so daß bei geschlossenem Ventil eine geringere Kraft auf den Kipphebel ausgeübt wird. Dies ergibt für alle Betriebsbedingungen einen minimalen erforderlichen Kontaktdruck zwischen dem Nockenabgreifer und der Nockenscheibe.

Figur 17 zeigt ein drittes Mittel zur Veränderung der Spannung, bei dem ein stufenweise arbeitender Hydraulikkolben-Heber ein Mittel zur genauen, hydraulisch unterstützten Bewegung einer Vorrichtung darstellt. Sie arbeitet über einen weiten Bereich des Hydraulikdruckes und ebenso über einen großen Bereich des Durchflußvolumens von Hydraulikflüssigkeit und gewährleistet eine große Positioniergenauigkeit.



Der stufenweise arbeitende Hydraulikkolben-Heber besteht aus einem Kolben 75, der eine Reihe von wendelförmig angeordneten Bohrungen 77 aufweist, die auf der halben Höhe beginnen und sich bis zum Boden des Zylinders erstrecken. Der Kolben 76 wird in dem Zylinder durch ein verschiebbares Zahnrad oder ein ähnliches Mittel gedreht.

5 Ein vertikaler Schlitz 78 ist an der Innenseite im oberen Bereich des Zylinders eingeschnitten. Dieser Schlitz mündet in eine Bohrung 80, die mit einer Ölrückführleitung verbunden ist. Das Öl tritt unter Druck in den Zylinder durch den Ölkanal 79 ein, dann treibt das Öl den Kolben nach oben, bis eine der Bohrungen in der Seite des Zylinders durch den Schlitz freigegeben wird, und das Öl fließt nun durch diese Boh-

10 rung sowie durch den Schlitz, um durch die Ölrückführleitung abzufließen und so eine weitere Aufwärtsbewegung des Kolbens zu verhindern. Der Kolben verbleibt unabhängig von dem Volumenstrom oder dem Druck des in den Zylinder hineinfließenden Öls in der vorbestimmten Höhe (innerhalb gewisser Grenzen), vorausgesetzt, daß der auf die Oberfläche des Zylinders aufgebrachte Druck nicht den aufwärtstreibenden

15 Druck übersteigt. Durch eine Drehung des Kolbens im Zylinder wird die ursprüngliche Bohrung geschlossen. Dann wird eine der beide Möglichkeiten eintreten: Erstens, wenn die nächste, auf den Schlitz ausgerichtete Bohrung sich unterhalb des Schlitzes befindet, wird der Kolben durch den Öldruck gehoben bis die Bohrung nicht mehr abgedeckt ist und der Kolben sich an diesem Punkt aufhört zu bewegen. Oder zwei-

20 tens, wenn die nächste, auf den Schlitz ausgerichtete Bohrung oberhalb des Schlitzes angeordnet ist, wird das Öl aus dieser Bohrung ausströmen und (infolge jeder auf die Kolbenoberfläche wirkenden Kraft) verursachen, daß der Kolben herabsinkt, bis die Bohrung gerade noch soweit unbedeckt ist, daß der einströmende Ölvolumenstrom durch sie hindurchfließen kann.

25 Die Figuren 19, 20 und 21 zeigen eine andere steuerbare Vorrichtung mit veränderlichem Ventilhub, bei der die Drehwelle des Kipphebels durch eine Reihe von Drehachsenhaltern hindurchgeführt ist. Die Drehwelle 61 erstreckt sich durch eine exentrisch gelagerte, mittige runde Nockenscheibe 61, an der sie unmittelbar befestigt ist,

30 und diese Nockenscheibe ist innerhalb einer weiteren exentrischen, runden Nockenscheibe 63 angeordnet, jedoch von dieser durch eine Hülse oder ein Lager getrennt, so daß sie sich innerhalb der Nockenscheibe zu bewegen vermag. Diese äußere exentrische Nockenscheibe ist innerhalb eines Wellenträgers 64 angeordnet und von dem Träger durch ein weiteres Lager oder eine weitere Hülse getrennt. Der Wellenträger

weist darüberhinaus Führungsstangen oder -balken 65 auf, zwischen denen ein Wellenstellglied verschiebbar ist, das die Bewegungsrichtung der Drehwelle festlegt. Durch eine Drehung der Drehwelle hebt oder senkt sich die Welle innerhalb des Wellenträgers, wodurch der Nockenabgreifer um einen Faktor von der Nockenscheibe wegbewegt wird, der doppelt so groß ist, als die vertikale Bewegung der Drehwelle.

Der gleiche Effekt kann auch durch die Verwendung einer Gewindespindel 67 erreicht werden, die von oben an dem Wellenstellglied befestigt ist und durch einen starren, mit einem Gewinde versehenen Bereich 68 hindurchgeführt ist. Diese Gewindespindel ist an ihrem oberen Ende mit einer Verzahnung oder einer Riemenscheibe 69 und mit einer Vorrichtung versehen, die zur einzelnen Drehung oder zur Drehung synchron mit anderen drehbaren Wellenjustierern dient.

Der oben beschriebene, stufenweise arbeitende Hydraulikkolben-Heber kann auch zur Verstellung der Höhe des Drehwellenträgers genutzt werden.

Um den Kontakt zwischen der Nockenscheibe und dem Nockenabgreifer und auch zwischen dem Kipphebel und dem Ventil bei angehobenem Drehpunkt des Kipphebels zu erhalten, wird der zuvor für die Verwendung mit invertierten Nockenscheiben beschriebene Ventilhubbegrenzungsarm zur Begrenzung der Abwärtsbewegung des Nockenabgreifers verwendet. Der Ventilhubbegrenzungsarm kann in diesem Fall mit dem Nockenabgreifer und dem eingesetzten Ventil durch eine Vorrichtung in Kontakt gehalten werden, die einem konventionellen hydraulischen Ventilstößel ähnelt. Auch wird bei dieser Anordnung ein drehbarer Nockenabgreifer, der eine Mehrzahl von Rollen aufweisen kann (z.B. einem dreieckigen Dreifachroller), verwendet um einen sanften Ventilschluß zu ermöglichen.

Zur Bildung einer verstellbaren Ventilwegbegrenzung und eines verstellbaren Ventilhubes in einem Motor mit doppelter, obenliegender Nockenwelle, bei dem die Nockenabgreifer direkt ohne Verwendung von Kipphebeln auf den Ventilschaft wirken, wird die folgende Konfiguration genutzt: Zunächst wird die Nockenwelle selbst in einer ähnlichen Technik herauf und herunter bewegt, wie sie die für die Änderung der Höhe des Drehpunktes des Kipphebels beschrieben worden ist (Fig. 19 - 21). Der Antrieb der Nockenwellen wird, wie es beim fünften Ausführungsbeispiel beschrieben ist, von zwei Zahnrädern bewirkt und ermöglicht sowohl eine Bewegung der Nockenwelle relativ

zum Antriebsritzels, als auch eine Änderung des Phasenwinkels der Nockenwelle.

Bei der in Figur 18 gezeigten Ausführungsform arbeitet der auf- und abwärtsbewegte Nockenabgreifer 40 innerhalb einer Führung 41, die konzentrisch zum Ventilschaft angeordnet ist, und die Kontaktfläche des Nockens mit dem Nockenabgreifer 53 ist in einer zu der oben beschriebenen Weise drehbar, wobei jedoch in diesem Fall an beiden Seiten der Nockenscheiben 3, 5 zur Gewährleistung eines sanften Ventilschlusses ein fester Arm 39 vorgesehen und in der richtigen Höhe oberhalb des Nockenabgreifers angeordnet ist, um den Abstand des Abgreifers genau auf die geschlossenen Ventile abzustimmen. Eine Seite dieser Arme berührt den drehbaren Abgreifer kurz vor der Schließstellung des Ventiles, wodurch im Vergleich zum direkten Folgen des Nockenprofils eine Verzögerung in der Bewegung des Nockenabgreifers erreicht wird, was ein sanftes Schließen des Ventiles sicherstellt. Falls eine Ventilhubbegrenzung vorgesehen ist, ist der drehbare Nockenabgreifer wegen der möglicherweise abzugreifen- den steilen Schließkante der Nockenscheibe wichtig. Diese Anordnung erfordert keine Arme zur Begrenzung des Ventilhubes oder hydraulische Ventilheber-Vorrichtungen, wie sie im Zusammenhang mit der Anordnung mit beweglichem Drehpunkt erforderlich sind.

Die oben beschriebene Anordnung kann sowohl für Einlaß-, als auch für Auslaßventile mit konventionellen Nockenprofilen verwendet werden und bietet einen vollständig einstellbaren Ventilhub sowie wegen des Profils der konventionellen Nocken eine unmittelbar von dem Ventilhub abhängige, einstellbare Ventilrast und -steuerung. Durch die Verwendung eines Beschleunigungs-/Verzögerungsmechanismus der Nockenwelle (Synchronisierung) kann die Ventilbewegung ebenfalls verändert werden, und durch die Benutzung von konzentrischen Nockenwellen mit einer Mehrzahl von Nockenscheiben kann eine vollständig regelbare Ventilöffnungszeit und ein vollständig regelbarer Ventilhub erreicht werden.

Das Profil der Nockenscheiben für den Einlaß und den Auslaß kann an den Öffnungs- und Schließkanten voneinander abweichen um die relative Beschleunigung und Verzögerung zueinander für verschiedene Grade des Ventilhubes zu variieren. Dieses Merkmal ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn eine Nockenwelle mit variablen Steuerzeiten verwendet wird. Die Justierer für die durch die Gewindespindel oder den

stufenweise arbeitenden Hydraulikkolben-Heber betätigten drehbaren Kipphebel sind besonders für eine individuelle Einstellung des Ventilhubes geeignet.

Bei Verwendung des Merkmals "steuerbarer Ventilhub" für alle Ventile eines bestimmten Zylinders können die Kipphebel der betroffenen Zylinder außer Betrieb gesetzt werden und so diese Zylinder effektiv abgeschaltet werden. Diese Eigenschaft ist besonders bei geringen Geschwindigkeiten, bei geringen Öffnungsgraden der Drosselklappe brauchbar, bei denen die Pumpverluste und die Reibungsverluste des Ventiltriebes sich zu einem großen Anteil an der Energieaufnahme des Motors aufaddieren können. Diese Formen des Energieverlustes treten bei Zylindern mit deaktivierten Ventilen nicht auf.

In einer vierten, in Figur 9 gezeigten Ausführungsform der Erfindung wird das die Nocken antreibende Antriebsritzel 7 unmittelbar von dem Kurbelwellenzahnrad angetrieben. Das Antriebsritzel der Nocken dreht den Planetenradträger 29, der zwei Sätze von Planetenrädern 30 aufweist, die sich frei im Planetenträger drehen können. Die Planetenräder sind mit den Ventilsteuerungs-Hohlrädern 31 im Eingriff. Diese sind stationär gehalten und daher neigen die Planetenräder dazu, entlang des Hohlrades zu "wandern" und somit die Sonnenräder zu drehen. Ein Sonnenrad 32 dreht die Primärwelle, während das zweite Sonnenrad 33 die Sekundärwelle dreht.

Die Steuerung der Ventilzeiten wird durch die Justierung der Hohlräder erreicht. Der Ventilöffnungszeitpunkt wird durch Drehung des Primärhohlrades verändert, während der Ventilschließzeitpunkt durch Drehung des Sekundärhohlrades geändert werden kann. Die Hohlräder können durch einen Schneckenantrieb, der von einem durch einen Mikroprozessor kontrollierten, bidirektionalen Elektromotor angetrieben ist, gedreht werden, wobei der Elektromotor mit einer Verzahnung an der Außenseite des Hohlrades kämmt und, wenn er nicht aktiviert ist, das Hohlrad ortsfest hält.

Alternativ (Fig. 10) kann ein Hydraulikantrieb 34 benutzt werden, der ein im Regelfall geschlossenes, bidirektionales Ventil verwendet, das, wenn es geschlossen ist, das Hohlrad starr festsetzt, der jedoch, wenn Druck in eine der Richtungen der Hydraulikwelle angelegt wird, zur Änderung der Ventilsteuerzeiten ein- oder ausgefahren wird.

Bei einer fünften, in den Figuren 11 und 12 gezeigten Ausführungsform der Erfindung

wird die Energie zum Antrieb einer der oder beider Wellen zur Änderung der Ventilöffnungszeiten von einem Zahnrad 36 über zwei im Eingriff befindliche Antriebsritze 37 übertragen, die auf einem Träger befestigt und zwischen dem Antriebsrad 36 und den Abtriebsrädern 32, 33 angeordnet sind.

5

Das Zahnrad der Antriebswelle ist nicht unmittelbar mit dem Zahnrad der Abtriebswelle im Eingriff, sondern über zwei zwischengeschaltete kleinere Antriebsritzel, die so gehalten sind, daß sie sich um einen gewissen Grad um die mit ihnen verbundenen Zahnräder bewegen können. So (Fig. 12) dreht sich durch die Bewegung des Stellers 3 zur Einstellung der Ventilzeiten das erste Antriebsritzel um das antreibende Zahnrad herum, wodurch sich das zweite Antriebsritzel in die entgegengesetzte Richtung dreht, welches wiederum, sich drehend, das Abtriebszahnrad um einen Winkel relativ zum Antriebszahnrad verdreht und so eine Änderung des Phasenwinkels erzeugt.

15

Für ein besseres Verständnis der Erfindung werden wir die Benutzung der Erfindung wie sie in jedem der vorstehenden Ausführungsbeispiele beschrieben ist, für die Änderung der Öffnungszeiten der Ein- und Auslaßventile eines Motors mit zwei Betriebsarten, nämlich eines Druckluftkompressors/Druckluftmotors, beschreiben, die für den Betrieb eines Motorfahrzeuges und zur Ergänzung zu dessen Verbrennungsmotors geschaffen wurde.

20

Bei dieser Art Motor wird im Energie-Modus Energie durch einen Kompressor erzeugt durch Einleitung von komprimierter Luft in den Zylinder, wodurch der Kolben nach unten gedrückt wird und somit die Kurbelwelle gedreht wird. Das Einlaß-/Auslaßventil und optional auch ein Entlüftungsventil werden dann geöffnet, um der Luft in dem Zylinder Gelegenheit zum Ausströmen zu geben und den Druck für die Aufwärtsbewegung zu reduzieren.

25

Die Verwendung der Nockenwelle mit einstellbarer Steuerzeit macht es möglich, die komprimierte Luft vollständig und am wirkungsvollsten auszunutzen. Dies wird durch die Verwendung eines Kompressions-/Dekompressionsventils erreicht, das an jedem Zylinder des Kompressors angebracht ist. Bezugnehmend auf Figur 15, besteht dieses Ventil aus einem Ventilkörper 42 mit einem Durchgang an einem Ende 43, der in der Kompressorzylinder mündet, einem Ventilkolben 44, der an dem anderen Ende des

30

Körpers durch einen luftdichten Durchgang 45 hindurchtritt und, wenn er gegen ihn gedrückt wird, den Durchgang in den Kompressorzylinder abzudichten vermag, einer Ventilfehrung 46, durch die Luft hindurchfließen kann und einem Ventilfehrungsanschlag 47, der die Bewegung des Ventilkörpers begrenzt, sowie aus einem Durchtritt 48 von der Innenseite des Ventilkörpers zu einem Druckluftreservoir.

Die von dem Körper hervorstehende Verlängerung der Kolbenstange ist über eine Magnetspule 49 und eine Ventilrückstellfeder 50 mit einem Nebenbremszylinder 51 verbunden, der wiederum über eine Kontrollvorrichtung für den Volumenausstoß des Kompressors mit dem Hauptbremszylinder verbunden ist. Konzentrisch mit ihr und innerhalb der Ventilrückstellfeder ist eine Bremskontrollfeder 52 angeordnet.

Im Energie-Modus wird die das Kompressions-/Dekompressionsventil betätigende Magnetspule kurz am oberen Totpunkt erregt und hält das Ventil geöffnet, bis das Ventil in die entgegengesetzte Richtung getrieben wird. Dann strömt komprimierte Luft von dem Reservoir in den Zylinder um den Kolben gegen seinen unteren Anschlag zu treiben. Das Ventil wird dann durch gegensinnige Erregung der Magnetspule geschlossen. Der Zeitpunkt des Schließens hängt von den Energieanforderungen des Systems und dem Druck der gespeicherten Druckluft ab.

Der Hauptzweck des Kompressors als Energiequelle besteht darin, das Fahrzeug aus dem Stand auf eine hinreichende Geschwindigkeit zu beschleunigen, sich in n Verbrennungsmotor einzuschalten und so den Anlasser zu ersetzen und es möglich zu machen, bei einem Stop an einer Ampel einen Verbrennungsmotor auszuschalten und genügend Maximaldrehmoment für einen unmittelbaren Start zur Verfügung zu haben, sowie bei geringen Geschwindigkeiten zur Verbesserung der Traktion hohes Drehmoment zur Verfügung zu stellen. Sobald das Gaspedal berührt wird, tritt verdichtete Luft in den Kompressorzylinder ein, dessen Kolben nahe des oberen Totpunktes steht, drückt den Kolben herunter und startét die Drehung der Kurbelwelle des Kompressors. Es wird dann eingekuppelt und die Energie des Kompressors zum Drehen des Motors und zum Starten genutzt. Der Kompressormotor kann eingekuppelt bleiben und so Energie von beiden Motoren, dem Motor und dem Kompressor, zur Verfügung stellen, bis die Geschwindigkeit des Verbrennungsmotors hinreichend erhöht ist oder solange der Kompressor zur Erzeugung von Druckluftreserven benötigt

wird.

Der Hauptverwendungszweck der verdichteten Luft besteht in der Aufladung des Verbrennungsmotors bei einer Direkteinspritzung in die Zylinder des Motors, nachdem  
5 das Lufteinlaßventil geschlossen ist, jedoch vor dem Zündzeitpunkt, um eine maximale Benzin/Luft-Füllung bei einem minimalen Volumen verwendeter Druckluft zu erzielen.

Im Energie-Modus wird die steuerbare Nockenwelle verwendet, um ein als Auslaßventil  
10 arbeitendes Tellerventil zu betätigen. Die Sekundärwelle, deren Steuerung von dem Volumen der eingeblasenen Luft anhängig ist, öffnet das Auslaßventil, wobei sich das Ventil zu öffnen beginnt, wenn der Druck der Druckluft in dem Zylinder auf den Atmosphärendruck reduziert wurde oder der untere Totpunkt erreicht wurde. Die Primärwelle wird zum Schließen des Auslaßventiles benutzt.

15 In den Kompressormodus, bei dem zur Speicherung Luft in das Luftreservoir eingeblasen wird, wird umgeschaltet, wenn die Fahrzeugbremsen eingesetzt werden, wobei zu diesem Zeitpunkt der Kompressor eingeschaltet wird, so daß die normalerweise als Wärme verlorene kinetische Energie im Bremssystem in potentielle Energie durch die  
20 Speicherung der Druckluft umgewandelt wird. Ein Bremsen mit dem Kompressor wird auf zwei Wegen erreicht, (a) durch Änderung der komprimierten Volumens, und (b) durch Änderung des Druckes, und ist festgelegt durch die Höhe der benötigten Bremsleistung und dem Druck der momentan im Luftreservoir gespeicherten Luft.

25 Im Kompressor-Modus ist die Primärnockenscheibe derart justiert, daß sie genau nach dem oberen Totpunkt beginnt, das Einlaßventil zu öffnen. Die Steuerung der Sekundärnockenscheibe kann variiert werden um das Einlaßventil irgendwo zwischen dem unteren Totpunkt und einem Punkt gerade vor dem oberen Totpunkt abhängig vom Bremsdruck und dem Reservoirdruck vollständig zu schließen.

30 Figur 16 zeigt wie dies durch die Benutzung eines doppelwirkenden Zylinders erreicht wird, dessen eine Seite 71 mit Druckluft aus dem Reservoir und dessen andere Seite 72 mit dem hydraulischen Hauptbremszylinder verbunden ist. Ein Hebel ist an der Verbindungsstange 73 angebracht, der den Phasenwinkel der Sekundärwelle einstellt,

um die Sekundärwelle vor- oder zurückzudrehen. Eine Feder ist auf der Seite der hydraulischen Bremsflüssigkeit des doppelwirkenden Zylinders eingesetzt, um bei Minimaldruck im Reservoir das Schließen des Ventiles am unteren Totpunkt sicherzustellen. Hierdurch wird sichergestellt, das ein maximales Luftvolumen bei einem minimalen Luftströmungswiderstand komprimiert wird.

Bei vollausgelenktem Bremskolben kann Hydraulikflüssigkeit auf den Nebenzylinder 51 des Kompressions-/Dekompressionsventiles einwirken. Die Flüssigkeit wird durch ein Einwegeventil 74 beim Lösen der Bremse zurückgeführt.

Wenn Luftdruck aufgebaut wird, bewegt sich der Kolben gegen den Hydraulikdruck und gegen die Federkraft und ändert die Einstellung der Sekundärwelle um möglichst spät vor dem oberen Totpunkt zu schließen und damit das Druckluftvolumen bei Erhalt der gleichen Bremsleistung zu reduzieren. Weiterer Bremsdruck wird fortschreitend den Schließpunkt verschieben, bis das Schließen beim unteren Totpunkt eintritt.

Die Hydraulikflüssigkeit übt einen zunehmenden Druck auf die Basis des Kompressions-/Dekompressionsventiles aus, um den für das Heben des Ventilkörpers aus seinem Sitz benötigten Luftdruck zu erhöhen.

Es sollte angemerkt werden, daß, wenn von dem Kompressions-Modus in den Energie-Modus umgeschaltet wird, die Ventilsteuerung immer zurückgestellt wird und, wenn vom Energie-Modus in den Kompressions-Modus umgeschaltet wird, die Ventilsteuerung immer vorgestellt wird. Dies hat den Sinn, das zu jeder Zeit Wechsel möglich sind, ohne die Gefahr, daß das Ventil gegen den Kolben schlägt.

Zur Verbindung der Maschine mit dem Antriebsstrang, des Kompressors mit dem Antriebsstrang oder um den Kompressor, den Antriebsstrang und die Maschine zusammenzuschalten, wird eine Multifunktionskupplung verwendet.



Stephen Keith MADDEN

5

**Zusammenfassung:**

10

15

20

Steuerbare Nockenwelle mit konzentrischen Wellen für die Verwendung bei einer mechanischen Veränderung der Ventilsteuerung bei Verbrennungsmaschinen und -motoren, Luftkompressoren und -motoren. Sie umfaßt eine Vorrichtung zur Änderung der Bewegung der an jeder Welle befestigten Nockenscheiben relativ zueinander um somit die Ventilsteuerung zu verändern. Dies wird durch ein Mittel zur periodischen Änderung der Länge der Steuerkette oder des Steuerriemens auf einer Seite der Antriebsritzel erreicht. Alternativ kann es auch erreicht werden, durch eine Reihe von miteinander verbundenen Verzahnungen, die wirksam eine Welle im Verhältnis zur anderen verdrehen. Zusätzlich umfaßt sie auch ein Mittel zur Veränderung des Ventilhubes. Invers ausgebildete Nockenscheiben arbeiten über schwenkbare Kipphebel um die Ventile zu öffnen oder zu schließen. Eine Nockenabgreiferfeder hält die Spannung aufrecht, die durch eine Vorrichtung zur Federspannung, einem hydraulischen Kolbenheber oder einem Luftventil auf einem Minimum gehalten ist. Die relative Höhe des Kipphebels kann ebenfalls verändert werden.

25

Sie umfaßt ein Kompressions-/Dekompressionsventil, das die Benutzung der Nockenwelle in einem Luftkompressor/Motor gestattet und eine Vorrichtung zur automatischen Regelung des Kompressorausstosses.

## Patentansprüche:

5

10

15

20

25

30

35

1. Nockenwelle für einen Verbrennungsmotor, Druckluftkompressor oder einen Druckluftmotor, mit zwei zueinander konzentrisch angeordneten Wellen, wobei die zweite Welle so innerhalb der hohlen ersten Welle angeordnet ist, daß die beiden Wellen sich jeweils unabhängig voneinander zu drehen vermögen, und an jeder Welle Nockenscheiben derart befestigt sind, daß Nockenscheiben verschiedener Wellen nebeneinander angeordnet sind und ein einziges Ventil des Motors infolge der Drehbewegung der Welle durch eine einzige Umdrehung zum Öffnen oder Schließen zu betätigen vermögen, und mit einer Vorrichtung, mittels derer die relative Drehstellung der Nockenscheiben auf der äußeren Primärwelle und der Nockenscheiben der inneren Sekundärwelle zur relativen Änderung der Steuerung des Öffnungszeitpunktes und des Schließzeitpunktes des Ventils zueinander veränderbar sind.
2. Nockenwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Primärwelle in sie eingeschnittene Schlitzte aufweist, die einen Durchlass für die Federverbindungen bilden, mit der die an der Sekundärwelle angeordneten Nockenscheiben gehalten sind, und deren Befestigung an der Sekundärwelle ermöglicht, und daß die Schlitzte eine Länge aufweisen, die es der äußeren Primärwelle ermöglicht, sich um die innere Sekundärwelle in einem Winkelbereich zu verdrehen.
3. Nockenwelle nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine äußere Primärwelle, die von Segmenten gebildet ist, die an jedem Ende eine Nockenscheibe aufweisen, und die derart zwischen denjenigen Nockenscheiben angeordnet sind, die an der inneren Sekundärwelle befestigt sind, daß jedes Segment um die Sekundärwelle drehbar ist, wobei jedes der Segmente mit einer einzelnen, parallel zur Nockenwelle arbeitenden Antriebswelle durch eine Vorrichtung verbunden ist, die die Antriebswelle befähigt, die Primärwelle zu drehen.

4. Nockenwelle nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Primärnockenscheiben angrenzender Segmente untereinander auf eine Weise fest verbunden sind, daß die Primärnockenscheiben und die Sekundärnockenscheiben relativ zueinander beweglich sind.
5. Nockenwelle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Nockenwelle die vorlaufende Nockenscheibe und die äußere Nockenwelle die nachlaufende Nockenscheibe dreht, und daß das die Nockenscheiben benachbarter äußerer Wellensegmente verbindende Stück in Ausnehmungen in der nachlaufenden Kante der von der inneren Welle angetriebenen Nockenscheibe eingesetzt ist, um den Nockenscheiben zu ermöglichen, sich relativ zueinander zu bewegen.
6. Nockenwelle nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nockenscheiben in einer inversen Form arbeiten, so daß die Ventile vollständig geöffnet sind, wenn der Nockenabgreifer den schmalsten Punkt der Nockenscheibe berührt und vollständig geschlossen sind, wenn er den breitesten Punkt der Nockenscheibe berührt.
7. Nockenwelle nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile durch einen Hebel oder Kipphebel geöffnet werden, der über einen Nockenabgreifer die Nockenscheibe mit dem Ventil verbindet und zwischen diesen drehbar gelagert ist, und daß eine Nockenabgreiferfeder vorgesehen ist, durch deren Spannung der Nockenabgreifer in Anlage an die Nockenscheibe gehalten ist.
8. Nockenwelle nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile durch einen Hebel oder Kipphebel geöffnet werden, der an einem Ende schwenkbar gelagert ist und an dem anderen Ende eine Bewegung der Nockenscheibe auf das Ventil überträgt.
9. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Nockenabgreiferfeder ein Mittel zur Änderung der Federspannung aufweist.
10. Nockenwelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur Änderung der Federspannung von einem ortsfest gelagertem Gewindestück gebildet ist,

das in eine Gewindebohrung in einem auf der Oberseite der Feder befestigten Kranzstück eingeschraubt ist, so daß durch Drehung des Gewindestückes das Kranzstück herauf- und herunterbewegt wird und somit die Feder entspannt oder gespannt wird, und daß die Drehung dieses Gewindestückes von einer Vorrichtung bewirkt wird, die einen Schneckenantrieb, einen Riemen- oder Kettenantrieb oder eine andere Art von Verzahnungsantrieb aufweist.

11. Nockenwelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur Änderung der Federspannung von einem stufenweise arbeitenden Hydraulikkolben-Heber gebildet ist, wobei der Kolben eine Reihe von wendelförmig angeordneten Bohrungen aufweist, die nacheinander durch eine entsprechende Bewegung des Kolbens mit einem in den Zylinder eingeschnittenen Schlitz ausrichtbar sind, der mit der Niederdruckölleitung verbunden ist, so daß eine Drehung des Kolbens dessen Hub verändert.

12. Nockenwelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Nockenabgreiferfeder eine Luftdruckfeder ist, die von einer Vorrichtung mit einem Luftreservoir mit veränderlichem Luftdruck gesteuert wird.

13. Nockenwelle nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß an mehreren Ventilen Luftfedern angeordnet sind und daß die Federn alle mit demselben Reservoir verbunden sind, wodurch die Steuerung der Mehrzahl von Federn vereinheitlicht wird.

14. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilhub durch eine Steuerung der Bewegung des Kipphebels veränderbar ist.

15. Nockenwelle nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung des Kipphebels von einer separaten Ventilhubbegrenzungs-Nockenwelle und einer an den Kipphebel anstellbaren Nockenscheibe regelbar ist.

16. Nockenscheibe nach anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Hubbegrenzungsarm zur Begrenzung der Bewegung des Nockenabgreifers so angeordnet ist, daß der Hubbegrenzungsarm durch eine der Steuerungseinrichtungen der Ansprüche 10, 11 oder 15 gesteuert ist.

17. Nockenwelle nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Kipphebel mit einem schwenkbaren Nockenabgreifer zusammenarbeitet, der mit einer Mehrzahl von Rollen versehen sein kann, die eine stetige Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit des Kipphebels ermöglichen, wenn dessen Bewegung durch den Hubbegrenzungsarm begrenzt ist.
18. Nockenwelle nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nockenwelle durch eine Steuerkettenvorrichtung oder eine Steuerriemenvorrichtung mit der Antriebswelle verbunden ist, wobei die relative Steuerung der beiden (Teilnocken-) Wellen durch die Verwendung von Mitteln zur periodischen, differentiellen Verlängerung des Ketten- oder Riemenstückes, das eine Seite der Nockenwelle mit der Antriebswelle verbindet, veränderbar ist, wodurch eine relative Beschleunigung oder eine Verzögerung der Nockenwellendrehung im Vergleich zu derjenigen der Antriebswelle verursacht wird.
19. Nockenwelle nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die relative Länge der Steuerkette oder des Steuerriemens auf jeder Seite durch auf schwenkbaren Trägern angeordnete Kettenspannrollen veränderbar ist, die einen Teil der Kette oder des Riemens entweder auf- oder abwickeln.
20. Nockenwelle nach anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Kette oder des Riemens auf einer Seite durch eine verstellbare Steuerscheibe, die herein- und herausbewegbar ist, veränderbar ist, während an der anderen Seite eine federgetriebene Spannrolle die Spannung aufrechterhält.
21. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das die Nocken antreibende Ritzel unmittelbar mit einem Planetenradträger verbunden ist, der zwei Sätze von Planetenrädern aufweist, die jeweils mit einem separaten Hohlrad und einem separaten Sonnenrad kämmen, wobei ein Sonnenrad die Primärwelle dreht und das andere die Sekundärwelle dreht, so daß sich bei Drehung eines der Hohlräder der Phasenwinkel der entsprechenden Wellen ändert.
22. Nockenwelle nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräder durch einen Hebel einstellbar sind, dessen Länge durch einen hydraulischen Antrieb veränderbar ist.

23. Nockenwelle nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräder durch einen Spindelantrieb drehbar sind, der sich mit auf dem Hohlrad angeordneten Zähnen im Eingriff befindet.
- 5 24. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die die Nocken antreibenden Zahnräder beider, nämlich der inneren und der äußeren, Wellen mit einem ähnlichen, Antriebszahnrad, das von dem Nockenwellenantriebsritzel gedreht wird, über zwei kleinere Planetenspannritzel verbunden sind, die so gelagert sind, daß sie miteinander im Eingriff stehen und eines mit dem
- 10 Antriebszahnrad und eines mit dem getriebenen Zahnrad kämmt, jedoch so, daß das Antriebszahnrad nicht im Eingriff mit dem getriebenen Zahnrad steht und daß durch Betätigung der Planetenspannritzel mittels eines Hebels zur Veränderung ihrer Position relativ zu den Zahnrädern auf den Wellen die relative Drehung der Wellen im Vergleich zueinander veränderbar ist.
- 15 25. Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Welle relativ zur inneren Welle durch eine Hydraulikvorrichtung bewegt ist, wobei der Hydraulikzylinder an der inneren Welle angebracht ist und der Kolben von einer, die innere Welle umgebenden, innerhalb einer Verlängerung der
- 20 äußeren Welle angeordneten hohlen Röhre gebildet ist, und der Kolben über Schiebekeilverbindungen mit jeder Welle verbunden ist, so daß bei einer Bewegung des Kolbens die Wellen relativ zueinander gedreht werden.
- 25 26. Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerung und des Ventilhubes durch Änderung der Höhe des Kipphebel-Drehpunktes oder der Nockenwelle mit einem Mittel, das mit dem Drehpunkt oder der Welle verbunden ist, so daß es sich entlang seiner Länge heben oder senken kann und dabei vollständig gehalten bleibt.
- 30 27. Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerung und des Ventilhubes nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß sie runde, exentrische Nockenscheiben verwendet, und sie sich infolge des Drehens der Drehwelle entlang ihrer gesamten Länge hebt oder senkt, während sie über ihre gesamte Länge vollständig gehalten bleibt.

28. Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerung und des Ventilhubes nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur Veränderung der Höhe des Kipphebeldrehpunktes darin besteht, daß sie ein Gewindestück aufweist, das durch eine Gewindebohrung geschraubt ist, die in der Oberseite der Führung für die Kipphebelwellen-Lagerung, die die Kipphebellagerung umgreift, angeordnet ist, so daß sich durch Drehung des Gewindestückes die Kipphebellagerung herauf- oder herunterbewegt und somit die Höhe des Kipphebels vergrößert oder verkleinert wird.
29. Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerung und des Ventilhubes nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur Veränderung der Höhe des Kipphebeldrehpunktes darin besteht, daß ein stufenweise arbeitender Hydraulikkolben-Heber vorgesehen ist, wobei der Kolben eine Reihe von wendelförmig angeordneten Bohrungen aufweist, die nacheinander durch eine entsprechende Bewegung des Kolbens mit einem in den Zylinder eingeschnittenen Schlitz ausrichtbar sind, der mit der Niederdruckölleitung verbunden ist, so daß eine Drehung des Kolbens dessen Hub verändert, und so daß durch Drehung des Kolbens die Lagerung des Kipphebelarmes herauf- oder herunterbewegt wird, und somit die Höhe des Kipphebels vergrößert oder verkleinert wird.
30. Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerung und des Ventilhubes nach einem der Ansprüche 26 bis 29, und zum sanften Schließen der Ventile und zum Unterdrücken des Kipphebelspieles, dadurch gekennzeichnet, daß der Kipphebel einen drehbaren Nockenabgreifer aufweist, um einen stetigen Anstieg oder Abfall der Geschwindigkeit des Kipphebels zu ermöglichen, wenn seine Bewegung durch Arme an beiden Seiten der Nockenscheiben eingeschränkt ist, die durch konventionelle hydraulische Ventilstößel auf eine hinreichende Höhe angehoben werden, so daß der Nockenabgreifer mit den eingesetzten Ventil in Kontakt steht.
31. Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerung und des Ventilhubes nach einem der Ansprüche 26 bis 29, gekennzeichnet durch eine Nockenwelle, deren Nockenscheiben unmittelbar über die Nockenabgreifer auf die Ventile wirken, und durch eine einstellbare Höhe der Nockenwelle oberhalb der Ventile zur Änderung der Ventilsteuerung, der Ventilrast und des Ventilhubes und die einen drehbaren

Nockenabgreifer sowie einen Arm mit festgelegter Höhe beinhaltet, um einen sanften Ventilschluß zu gewährleisten.

5 32. Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerung und des Ventilhubes nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungs- und die Schließzeitpunkte der Einlaß- und der Auslaßventile relativ zueinander veränderlich sind, jedoch für einen speziellen Ventilhub festgelegt sind.

10 33. Vorrichtung zur Veränderung der Ventilsteuerung und des Ventilhubes nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung der Öffnungs- und der Schließzeitpunkte der Einlaß- und der Auslaßventile vorgenommen wird durch Nockenscheiben mit Öffnungs- und Schließkanten die sich begründen in der Anpassung an die für denjenigen Grad des Ventilhubes benötigte Ventileinstellung, der wiederum verändert wird für die Anpassung an die Betriebsbedingungen  
15 des Motors.

34. Luftkompressor oder Luftmotor, dadurch gekennzeichnet, daß die Ein-/Auslaßventile durch eine Nockenwelle oder eine Vorrichtung gesteuert werden, wie sie in einem der Ansprüche 1 bis 34 beansprucht ist.

20 35. Luftkompressor oder Luftmotor nach Anspruch 34, bei dem ein wirkungsvoller Betrieb maximiert ist, durch die Einstellung der Steuerung in Verbindung mit r Verwendung eine Kompressions-/Dekompressionsventils, das die Bremsenergie nutzt, indem es die Speicherung von komprimierter Luft in diesem Modus zur  
25 künftigen Benutzung in einem Energie-Modus oder zur Aufladung ermöglicht.

30 36. Kompressions-/Dekompressionsventil, das geeignet ist, in Verbindung mit einer Nockenwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 25 zu arbeiten, um Bremsenergie zur Speicherung und Freigabe komprimierter Luft für den effektiven Betrieb eines Luftkompressors oder Luftmotors nach Anspruch 34 zu verwenden.

37. Vorrichtung zur selbständigen Steuerung des Ausstosses eines Kompressors nach einem der Ansprüche 34 bis 36.



- Leerseite -

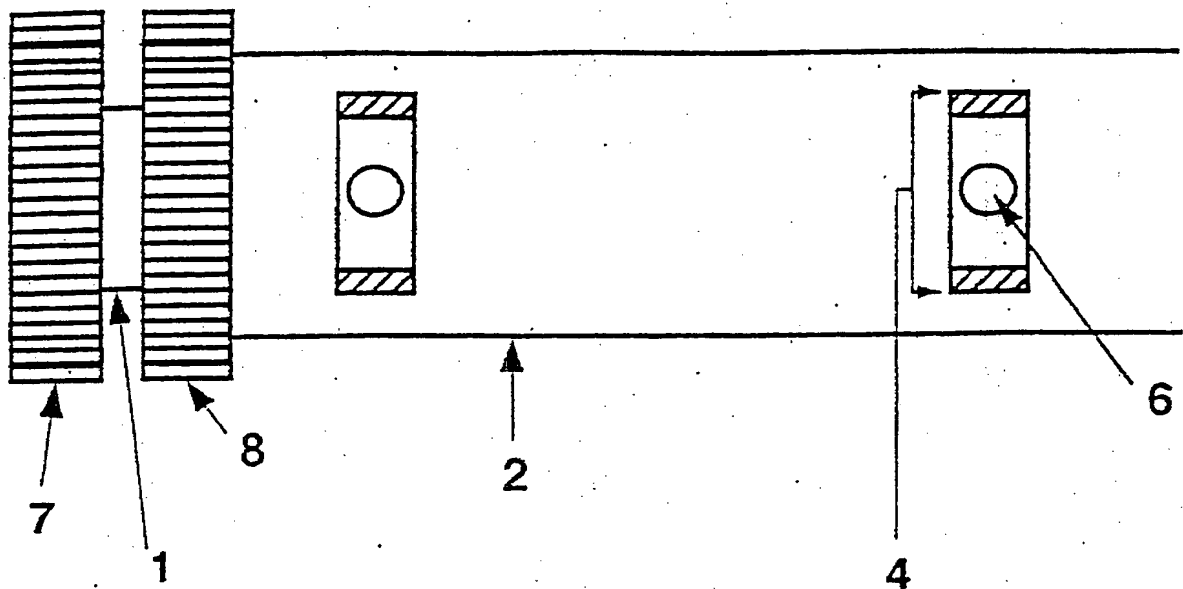


Fig. 1

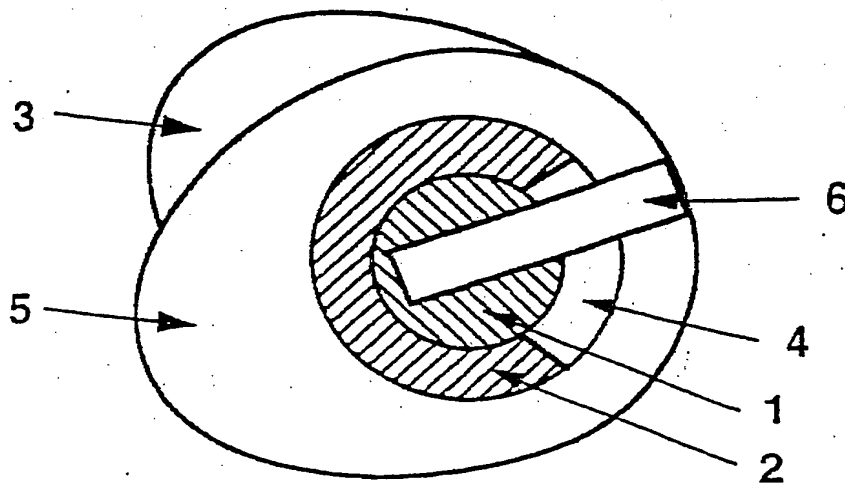
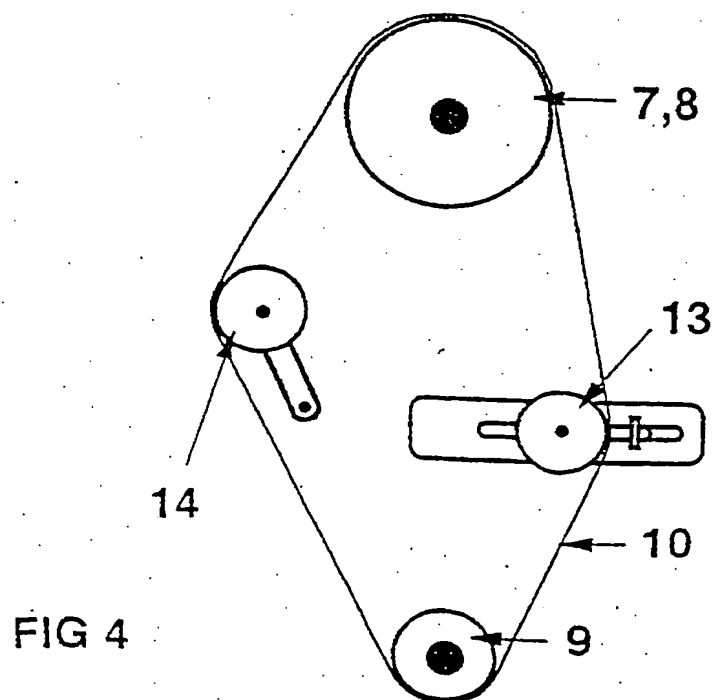
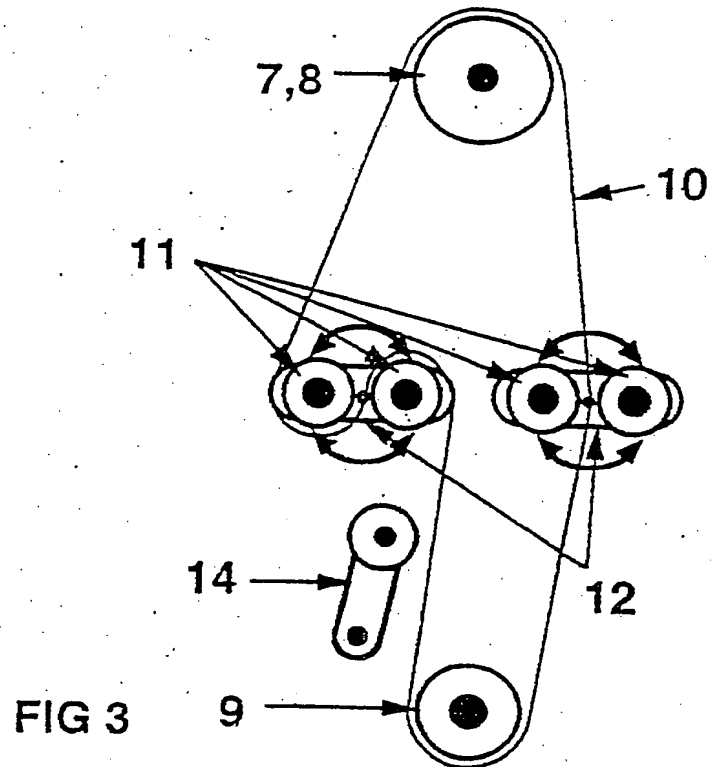


FIG 2

195 81 459

2/11



26

195 81 459

3/11

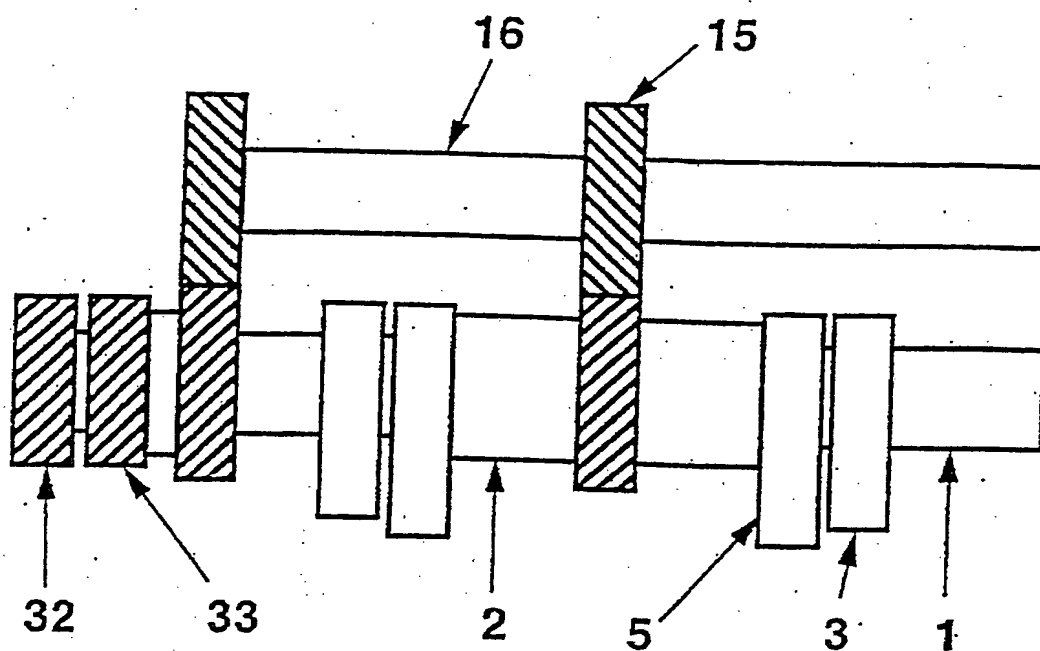


FIG 5

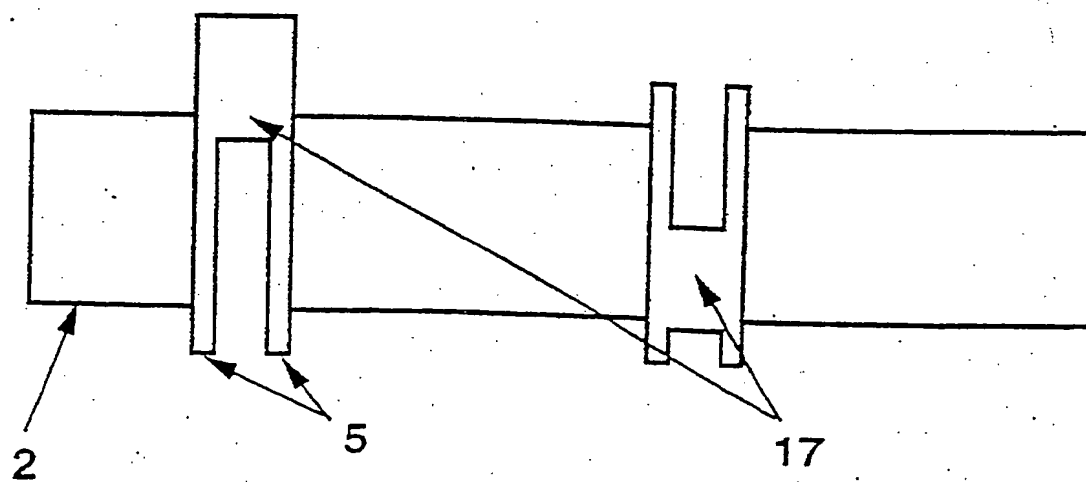


FIG 6

27

195 81 459

4/11

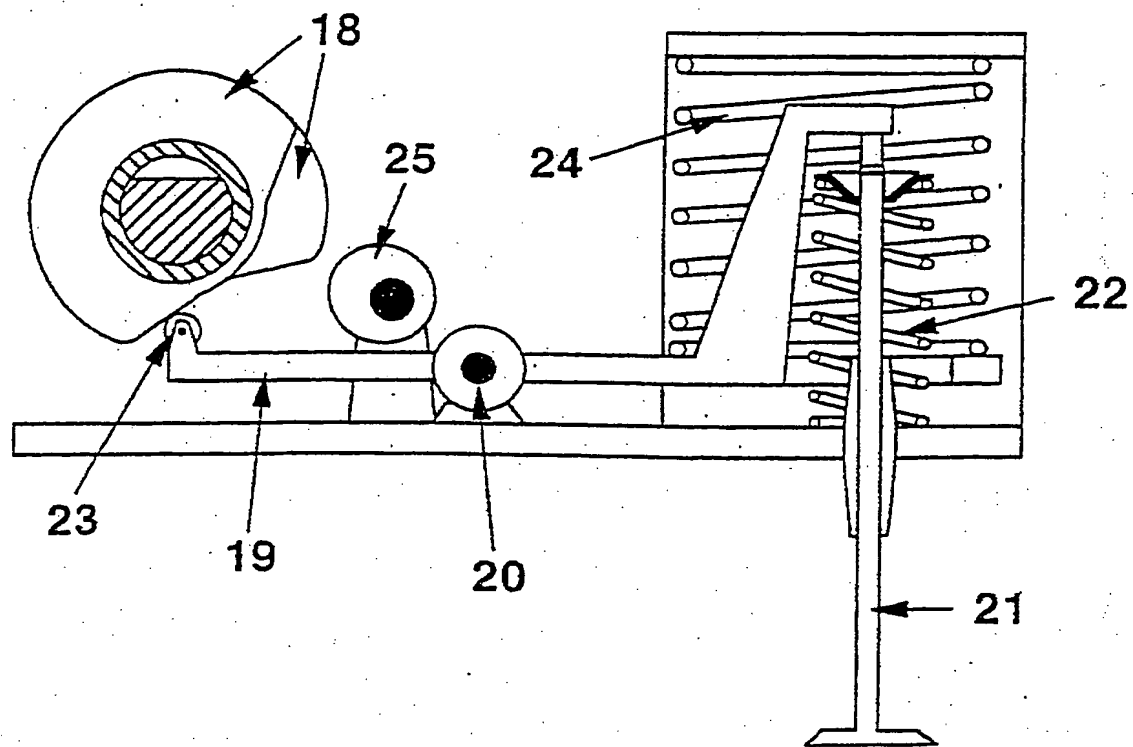


FIG 7

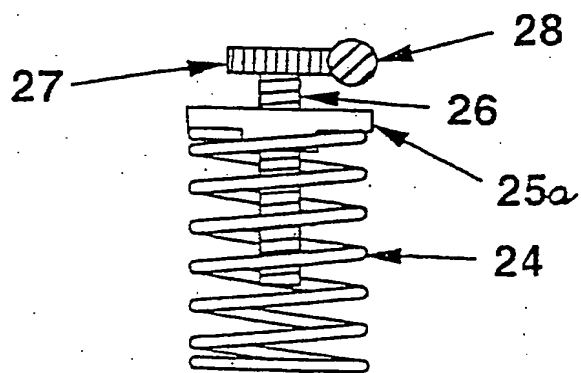


FIG 8

28

5/11

195 81 459

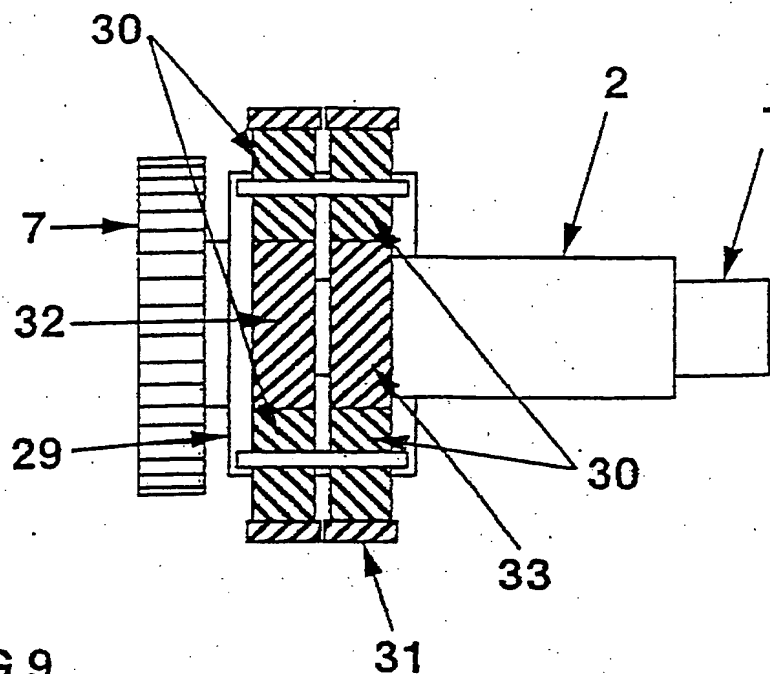


FIG 9

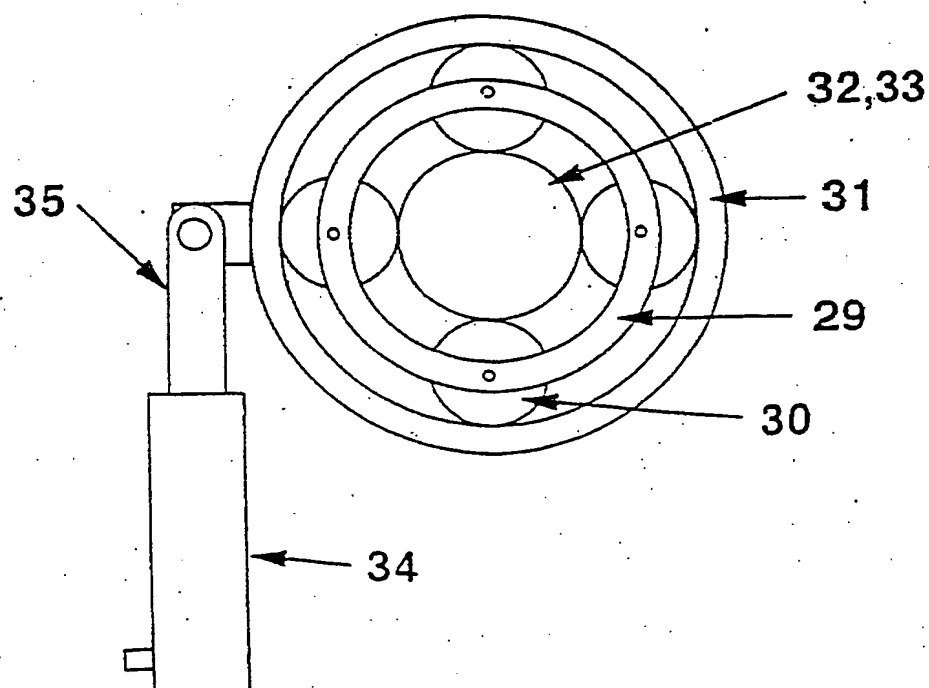


FIG 10

29

195 81 459

6/11

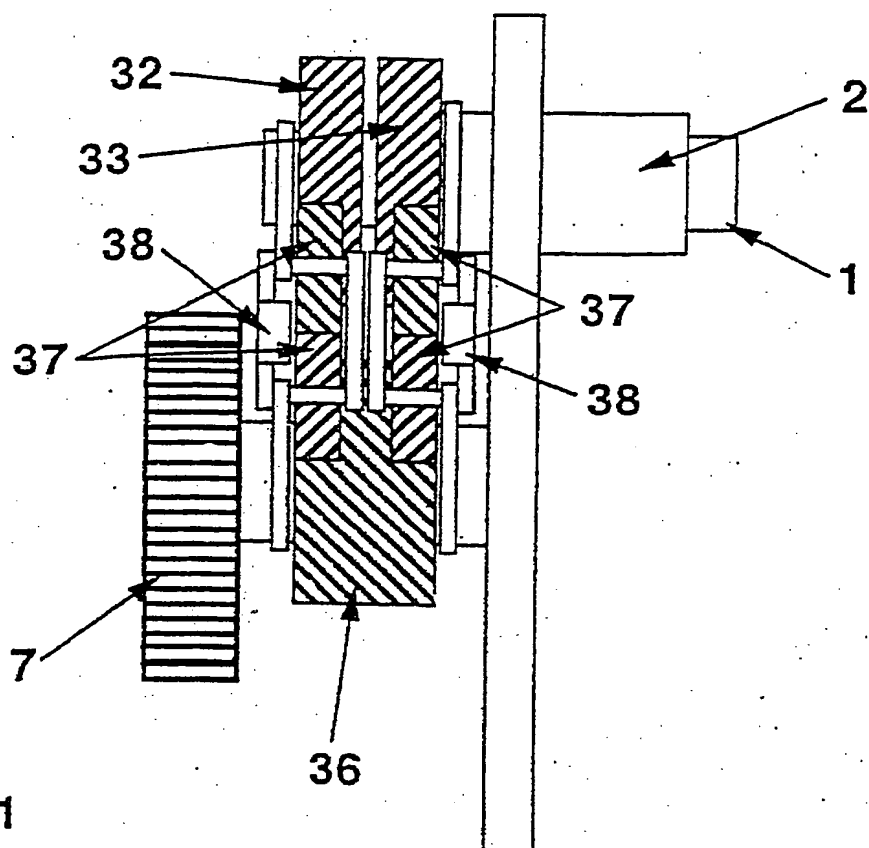


FIG 11

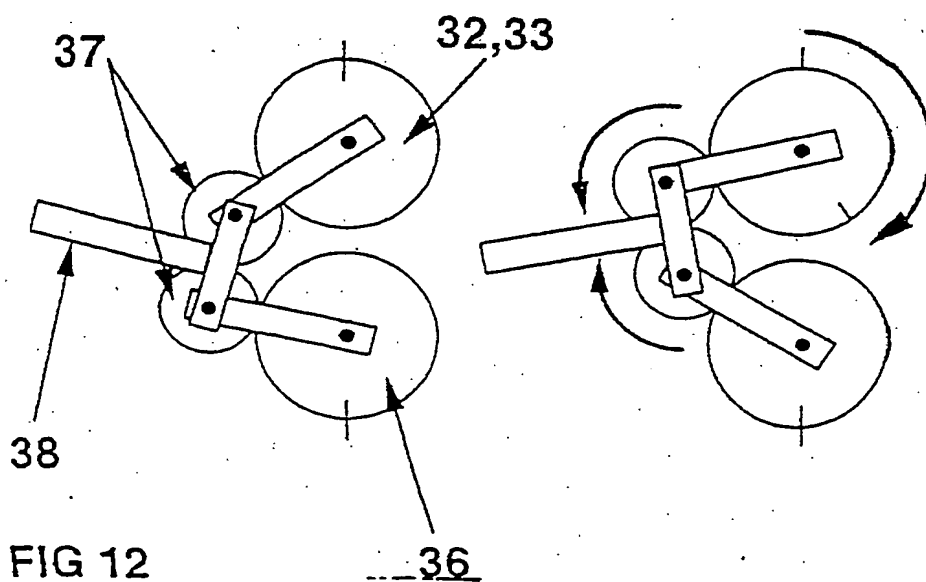


FIG 12

30

7/11

195 81 459

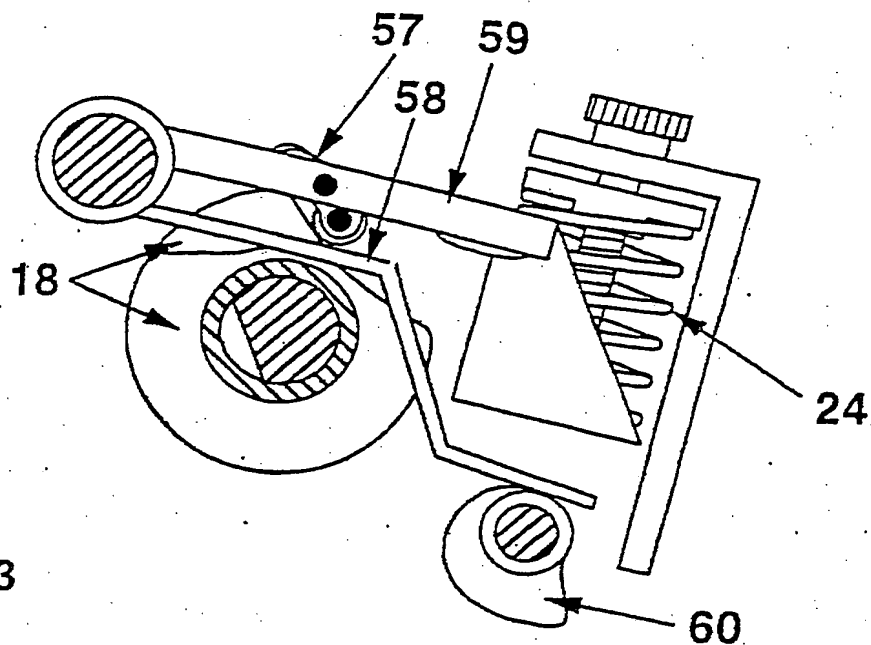


FIG 13

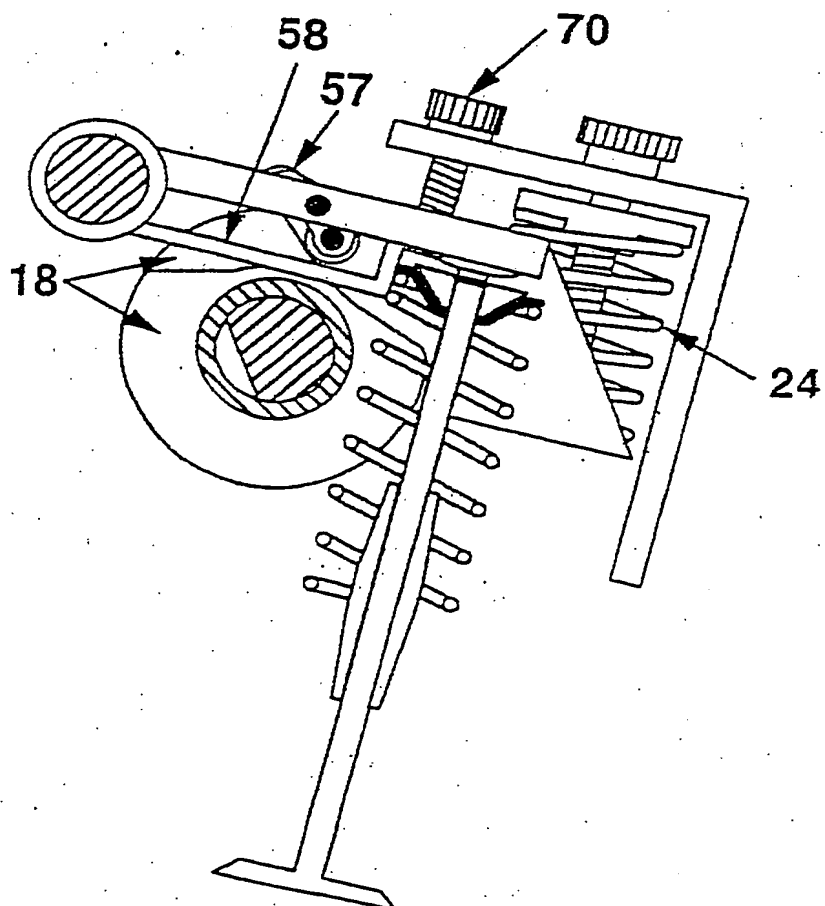


FIG 14



31

195 81 459

8/11

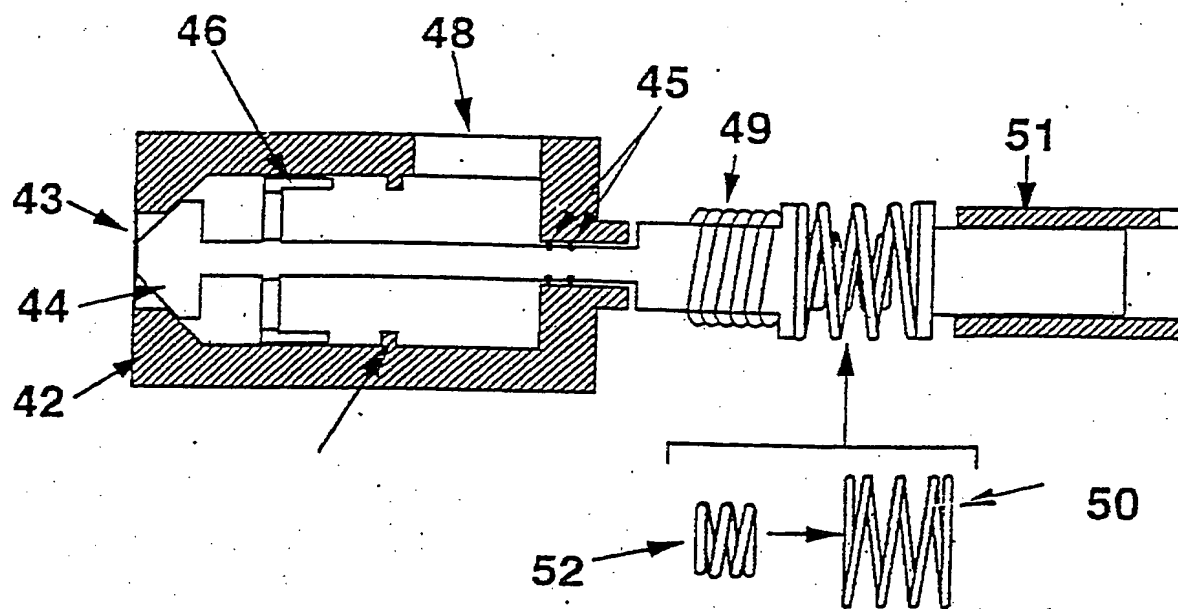
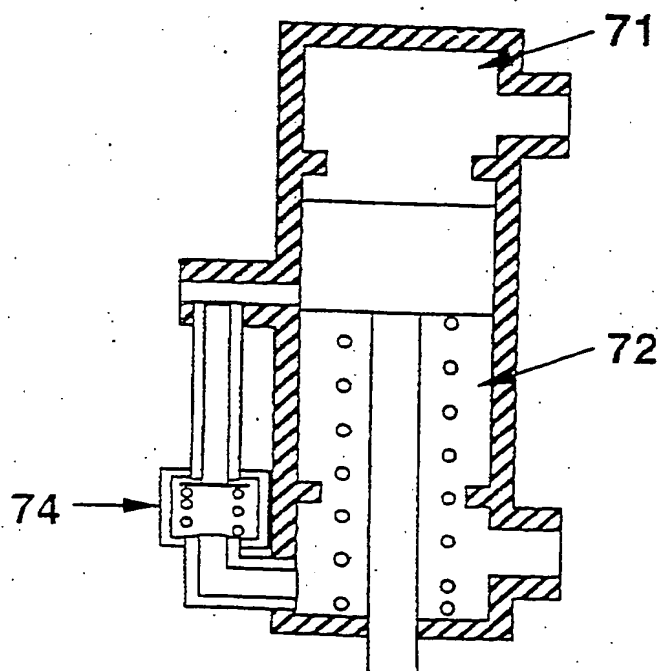


FIG 15



195 81 459

9/11

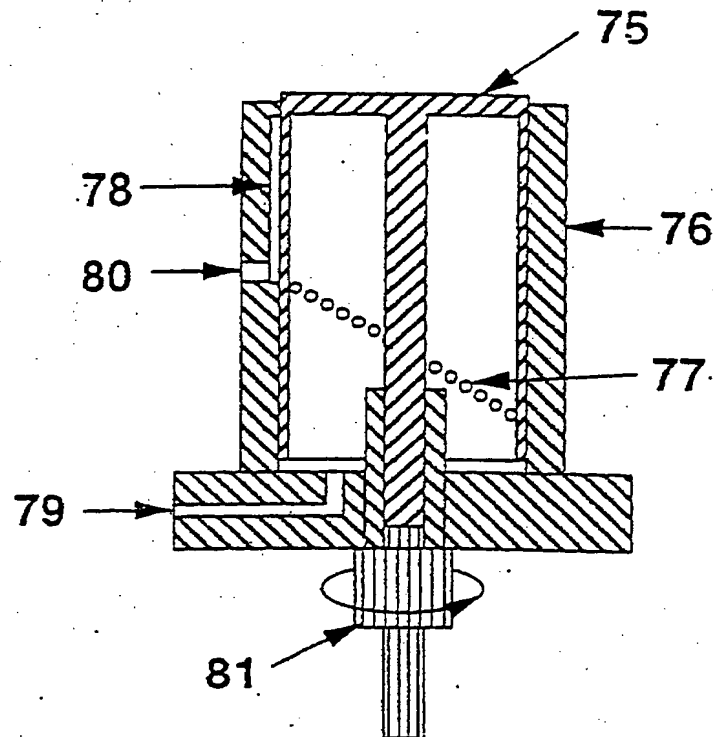


FIG 17

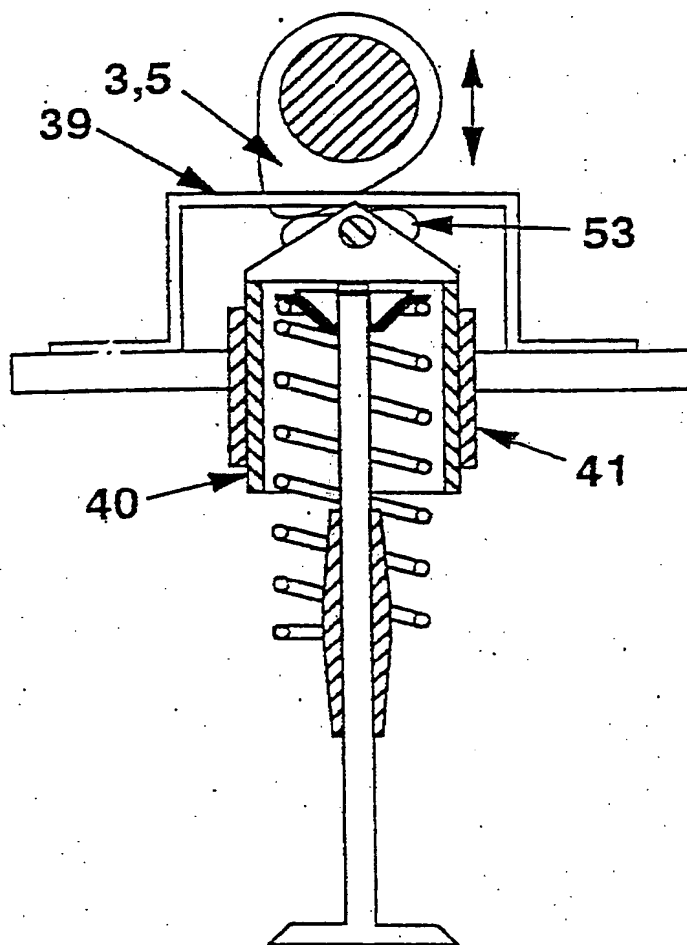


FIG 18

34

11/11

195 81 459

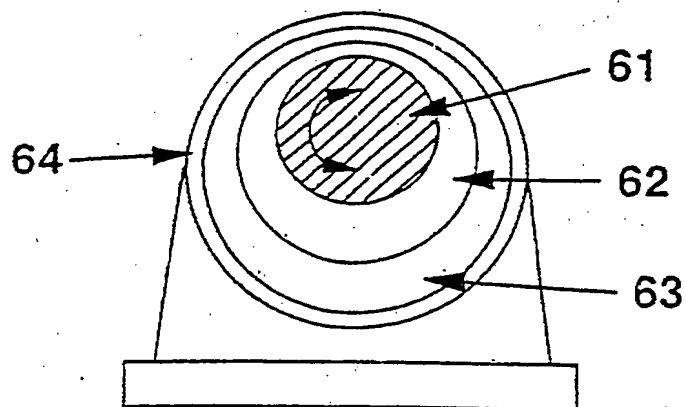


FIG19

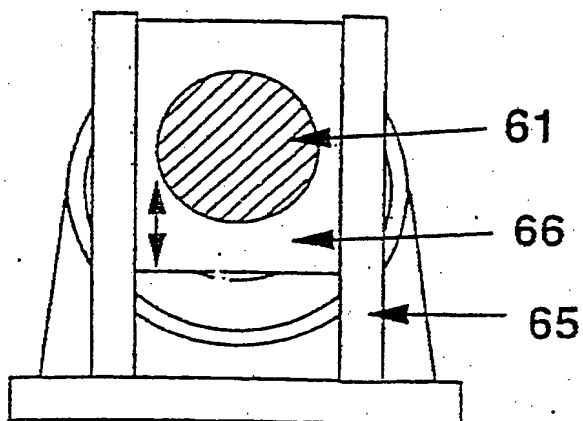


FIG 20

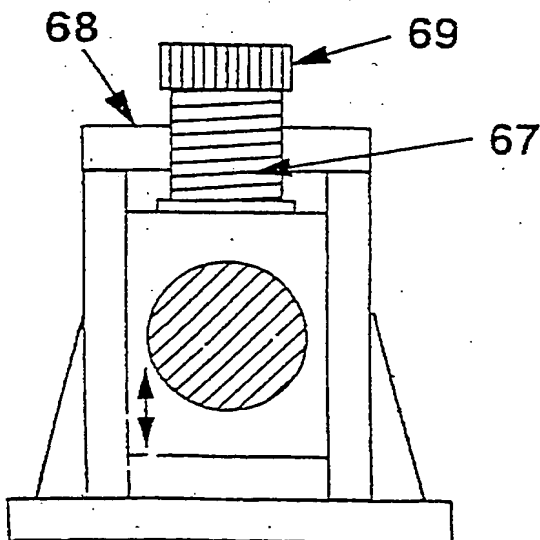


FIG 21

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**